

明 細 書

金属スラリー製造方法、金属スラリー製造装置、鋳塊製造方法および鋳塊製造装置

技術分野

この発明は、溶融（液相）状態の金属と凝固（固相）状態の金属とが混在する半溶融（半凝固）状態の金属スラリーを製造する金属スラリー製造方法、金属ス
5 ラリー製造装置、および、半溶融（半凝固）状態の金属スラリーから鋳塊を製造する鋳塊製造方法、鋳塊製造装置に関する。

背景技術

一般的に、半溶融・半凝固金属のレオロジーやチキソトロピー、つまり、粘性
10 が低くて流動性に優れている性質を利用した鋳造法として、前者はレオキャスト法（半凝固鋳造法）が、また、後者はチキソキャスト法（半溶融鋳造法）が知られている。

これらの鋳造法は、いずれも溶融した液相の金属と、固相の金属とが混在する半溶融・半凝固状態の金属スラリーを用いて鋳造を行うものである。

15 上記した鋳造法で製造された鋳塊および鋳物のマグネシウム合金を初めとする各種金属の鋳造組織は、結晶の方向性がないこと、各種機械的性質が良好であること、成分の偏析が少ないことが求められるため、全体的に微細球状であることが望ましい。

そこで、鋳造組織の微細化かつ球状化を図るため、例えば、溶融金属を傾斜冷却体へ注ぎ、この傾斜冷却体で溶融金属を冷却したり、溶融金属に微細化剤を添加したり、溶融金属に電磁攪拌や機械攪拌を与えている。（例えば、日本特開2
20 001-252759号公報及び日本特開平10-128516号公報を参照）

しかしながら、溶融金属を傾斜冷却体へ注ぎ、この傾斜冷却体で溶融金属を冷却する場合、溶融金属が傾斜冷却体の表面で急冷されることにより、金属スラ
25 リーが傾斜冷却体上で固化することがしばしば発生し、連続して金属スラリーを製

造することができなくなる場合がある。

特に、熔融金属がマグネシウム合金の場合、マグネシウム合金は凝固潜熱が小さく、固まり易いため、連続して金属スラリーを製造することが難しいのが現状である。

- 5 また、熔融金属に微細化剤を添加して微細球状結晶を形成する場合、全ての金属に適用することができず、アルミニウム合金やマグネシウム合金に限られるとともに、微細化剤の添加量や添加温度を正確に制御する必要があり、更に微細化剤添加後の結晶の微細化状態の保持時間に限界がある。

- 10 さらに、熔融金属に電磁攪拌や機械攪拌を与える場合、装置が大型化するとともに、エネルギーコストが増加する。

従って、この発明は、傾斜冷却体を用いて好適に連続して金属スラリーを製造する方法及び装置を提供することを目的としている。

この発明は、更に、熔融金属がマグネシウム合金であっても好適に連続して金属スラリーを製造する方法及び装置を提供することを目的としている。

- 15 この発明は、更にまた、機械攪拌装置や電気攪拌装置に比べて装置を大型化させることなく、またエネルギーコストを抑制した金属スラリーを製造する方法及び装置を提供することを目的としている。

発明の開示

- 20 本発明は、熔融金属を傾斜冷却体へ注ぎ、この傾斜冷却体で前記熔融金属を冷却することにより、金属スラリーを製造する金属スラリー製造方法において、前記傾斜冷却体に振動を与えることを特徴とする。

- 25 また、本発明の金属スラリーの製造方法は、熔融金属を振動する冷却体へ注ぎ、この冷却体で前記熔融金属を冷却することにより、金属スラリーを製造することを特徴とする。

上記金属スラリー製造方法において、前記熔融金属がマグネシウム合金であることを特徴とする。

本発明は、熔融金属を傾斜冷却体へ注ぎ、この傾斜冷却体で前記熔融金属を冷却することにより、金属スラリーを製造する金属スラリー製造装置において、前

記傾斜冷却体に振動を与える傾斜冷却体加振機構を設けたことを特徴とする。

また、本発明の金属スラリー製造装置は、熔融金属が注がれる冷却体と、この冷却体に振動を与える冷却体加振機構とを備えることを特徴とする。

上記金属スラリー製造装置において、前記熔融金属がマグネシウム合金であることを特徴とする。

本発明は、鑄型へ供給した熔融金属を、前記鑄型を冷却することによって冷却し、鑄塊を製造する鑄塊製造方法において、前記鑄型に振動を与えることを特徴とする。

本発明は、鑄型へ供給した熔融金属を、前記鑄型を冷却することによって冷却し、鑄塊を製造する鑄塊製造方法において、熔融金属を振動する冷却体へ注ぎ、この冷却体で前記熔融金属を冷却した後に前記鑄型へ供給することを特徴とする。

上記の鑄塊製造方法において、前記熔融金属がマグネシウム合金であることを特徴とする。

本発明は、鑄型へ供給した熔融金属を、前記鑄型を冷却することによって冷却し、鑄塊を製造する鑄塊製造装置において、前記鑄型に振動を与える鑄型加振機構を設けたことを特徴とする。

本発明は、鑄型へ供給した熔融金属を、前記鑄型を冷却することによって冷却し、鑄塊を製造する鑄塊製造装置において、注がれる熔融金属を冷却して前記鑄型へ供給する冷却体と、この冷却体に振動を与える冷却体加振機構とを設けたことを特徴とする。

上記鑄塊製造装置において、前記熔融金属がマグネシウム合金であることを特徴とする。

この発明の金属スラリー製造方法及び金属スラリー製造装置によれば、傾斜冷却体上で熔融金属が固化するのを防ぐために傾斜冷却体加振機構を設け、傾斜冷却体の表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させて流下させるか、または、冷却体上で熔融金属が固化するのを防ぐために冷却体加振機構を設け、冷却体の表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させて流下させるようにしたので、機械攪拌や電磁攪拌装置に比べて装置を大型化させることなく、また、エネルギーコストを増加させることなく、微細な球状結晶を有する金属スラリーを

効率よく連続して製造することができるとともに、従来の傾斜冷却体に振動を与えない場合よりも微細な球状結晶を有する金属スラリーを得ることができる。

そして、熔融金属をマグネシウム合金としたので、金属スラリーを球状結晶のまま鑄造する場合、鑄物の仕上げ時間を短縮でき、仕上げ工程数を少なくすることができる。

この発明の鑄塊製造方法及び鑄塊製造装置によれば、熔融金属が鑄型に付着したまま固化するのを防ぐために鑄型加振機構を設け、鑄型の内側表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させるので、または、熔融金属が冷却体に付着したまま固化するのを防ぐために冷却体加振機構を設け、冷却体の表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させて流下させるので、機械攪拌や電磁攪拌装置に比べて装置を大型化させることなく、また、エネルギーコストを増加させることなく、各種金属の鑄造組織を従来の鑄型に振動を与えない場合よりも全体的に微細な球状にすることができる。

特に凝固潜熱が小さく固まり易くて半熔融状態の金属スラリーの製造が困難な Mg 合金についても本発明に依れば容易に Mg 合金スラリーを製造することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明に依る金属スラリー製造装置の第 1 実施例を適用した連続鑄造棒製造装置の概略構成を示す説明図である。

第 2 図は、従来の連続鑄造棒製造装置で製造した連続鑄造棒を再加熱して凝固させた凝固組織を示す光学顕微鏡写真の複写である。

第 3 図は、第 1 図の連続鑄造棒製造装置で製造した連続鑄造棒を再加熱して凝固させた凝固組織を示す光学顕微鏡写真の複写である。

第 4 図は、この発明に依る鑄塊製造装置の第 2 実施例の概略構成を示す側断面図である。

第 5 図は、第 4 図の鑄塊製造装置の鑄型搬送機構の概略構成を示す平面図である。

第 6 図は、従来の鑄塊製造装置で製造した鑄塊を再加熱して凝固させた凝固組

織を示す光学顕微鏡写真の複写である。

第 7 図は、この発明の第 2 実施例の鋳塊製造装置で製造した鋳塊を再加熱して凝固させた凝固組織を示す光学顕微鏡写真の複写である。

5 第 8 図は、この発明に依る鋳塊製造装置の第 3 実施例の概略構成を示す部分側断面図である。

第 9 図は、連続鋳造棒製造装置または鋳塊製造装置で使用する溶融炉の他の例の概略構成を示す側断面図である。

発明を実施するための最良の形態

10 本発明をより詳細に詳述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

第 1 図において、連続鋳造棒製造装置 I は、金属を溶融させて溶融マグネシウム合金（溶融金属 M）にする溶融炉 11 と、この溶融炉 11 を所望の溶融温度に調整する溶融炉温度調整機構 17 と、溶融炉 11 から排出させる溶融金属 M の排出量を制御する溶融金属排出制御機構 21 と、溶融炉 11 から排出されて上部へ注がれた溶融金属 M を冷却して半溶融状態の金属スラリー U にする傾斜冷却体 31 と、この傾斜冷却体 31 に振動を与える傾斜冷却体加振機構 36 と、傾斜冷却体 31 から金属スラリー U が供給される円筒状の鋳型 41 と、この鋳型 41 を冷却する鋳型冷却機構 51 と、この鋳型冷却機構 51 の冷媒 53 を冷却する冷媒冷却機構 61 と、鋳型 41 からの連続鋳造棒 B を所望の鋳造速度で引き出す送りローラー機構 71 と、この送りローラー機構 71 で送り出される連続鋳造棒 B を所定長のピレット L に切断する切断機構 81 とで構成されている。

なお、金属スラリー製造装置 S は、溶融炉 11 ～ 傾斜冷却体加振機構 36 で構成されている。

25 上記した溶融炉 11 は、上方が開放した溶融炉本体 12 と、この溶融炉本体 12 の底に貫通させて液密に取り付けられ、上端が溶融炉本体 12 内の所定位置に位置する排出管 13 と、溶融炉本体 12 に埋め込まれたヒーター 14 と、溶融炉本体 12 の上方を閉塞する蓋体 15 とで構成されている。

そして、溶融炉本体 12 の底には、沈殿する不純物、例えば、ドロスを取り出すためのドロス抜き 16 が設けられている。

上記した溶融炉温度調整機構 17 は、溶融炉 11 内の温度を計測する温度計測器としての熱電対 18 と、この熱電対 18 で検出した温度が設定した溶融温度になるようにヒーター 14 へ電力を供給したり、ヒーター 14 への電力の供給を停止する通電制御部 19 とで構成されている。

- 5 なお、上記した溶融炉 11 内の温度は、この溶融炉温度調整機構 17 により、マグネシウム合金の溶融金属 M を生成するため、マグネシウム合金の液相線温度以上に設定されている。

- 10 上記した溶融金属排出制御機構 21 は、溶融炉 11 の蓋体 15 に設けられた挿通孔 15a に挿通された耐熱性制御棒 22 と、この耐熱性制御棒 22 を溶融炉 11 内へ挿入して溶融金属 M を排出管 13 から排出させる制御棒駆動部 23 とで構成されている。

上記した傾斜冷却体 31 は、20 度～80 度の仰角で設置され、図示を省略した水冷または気体冷却の傾斜冷却体冷却機構によって一定温度に設定されている。

- 15 したがって、傾斜冷却体 31 上を流下する溶融金属 M は、流下中に温度が降下する。

すなわち、傾斜冷却体 31 上でマグネシウム合金の液相線温度以下で、マグネシウム合金の固相線温度以上の温度になるように設定されている。

- 20 ここで、傾斜冷却体 31 上を流下させる溶融マグネシウム合金の温度をマグネシウム合金の液相線温度以下で、マグネシウム合金の固相線温度以上の温度に設定したのは、溶融金属 M が冷却されて生成した球状結晶が溶解、消滅せず、また、完全に固化しないで半溶融状態のスラリーを維持させるという理由に基づいている。

- 25 上記した傾斜冷却体加振機構 36 は、例えば、偏心軸とモーターなどで構成され、傾斜冷却体 31 に付着した溶融金属 M の凝固殻を初期段階で強制的に遊離させるため、傾斜冷却体 31 に振動を与えるものである。

上記した鋳型 41 は、両端が開放した円筒状の鋳型本体 42 と、この鋳型本体 42 の一端（上端）の外周に設けられたフランジ部 43 とで構成されている。

そして、鋳型 41 は、鋳型本体部 42 が貫通した状態で、フランジ部 43 が上端に係合する鋳型保持ユニット 46 によって保持されている。

上記した鑄型冷却機構 5 1 は、鑄型 4 1 の鑄型本体 4 2 が底を液密に貫通する冷却槽 5 2 と、この冷却槽 5 2 に收容された冷媒 5 3 とで構成されている。

上記した冷媒冷却機構 6 1 は、冷却槽 5 2 に両端が接続された配管 6 2 と、この配管 6 2 の途中に設けられた冷媒冷却部 6 3 と、配管 6 2 の途中に設けられ、
5 冷却槽 5 2 内の冷媒 5 3 を循環させるポンプ 6 4 とで構成されている。

なお、上記した冷媒 5 3 は、この冷媒冷却機構 6 1 により、半熔融状態の金属スラリー U を凝固させる一定温度、例えば、マグネシウム合金の固相線温度以下の温度に設定されている。

上記した送りローラー機構 7 1 は、鑄型 4 1 からの連続鑄造棒 B を挟持して引き出す一対のローラー 7 2 と、この一対のローラー 7 2 の少なくとも一方を所望の鑄造速度で回転させる、図示を省略した回転駆動部 (7 3) とで構成されている。
10

上記した切断機構 8 1 は、送りローラー機構 7 1 で送り出される連続鑄造棒 B を所定長のビレット L に切断する切断刃 8 2 と、この切断刃 8 2 を回転させるモーター 8 3 と、このモーター 8 3 を水平方向へ移動させる、図示を省略した移動駆動部 (8 4) とで構成されている。
15

次に、連続鑄造棒 B およびビレット L の製造について説明する。

まず、溶融炉本体 1 2 内へ所定の金属を投入して蓋体 1 5 で溶融炉本体 1 2 を閉塞し、ヒーター 1 4 で溶融炉本体 1 2 を加熱して金属を溶融させることにより、
20 マグネシウム合金の溶融金属 M を生成する。

そして、制御棒駆動部 2 3 で耐熱性制御棒 2 2 を駆動して下降させることにより、排出管 1 3 から傾斜冷却体 3 1 へ溶融金属 M を順次排出させる。

このようにして溶融金属 M を排出させる場合、マグネシウム合金は実用金属中で比重が最も小さいため、殆どの不純物や化合物は溶融炉本体 1 2 の底に沈殿するので、溶融金属 M の上澄みを排出することにより、殆どの不純物や化合物を除去した溶融金属 M を、傾斜冷却体 3 1 の上部へ供給することができる。
25

また、溶融炉本体 1 2 の底に沈殿する不純物はドロスと呼ばれ、このドロスが混入すると、清浄なマグネシウム合金とならず、不良品となるので、耐熱性制御棒 2 2 を下降させて排出できる溶融金属 M の量は、排出管 1 3 の上端よりも下側

の溶融炉本体 1 2 内の体積の 70%~80%であることが望ましい。

そして、溶融炉本体 1 2 の底に沈殿したドロスは、ドロス抜き 1 6 を適宜操作して排出させればよい。

5 上記のようにして傾斜冷却体 3 1 上へ排出された溶融金属 M は、傾斜冷却体 3 1 の表面に接触して冷却されることにより、一部が結晶化して半溶融・半凝固状態の金属スラリー U となって鑄型 4 1 へ供給される。

このとき、傾斜冷却体 3 1 が傾斜冷却体加振機構 3 6 によって加振されているので、凝固殻は、傾斜冷却体 3 1 に付着したとしても初期段階で強制的に小さな球状状態で遊離させられ、球状化する。

10 そして、鑄型 4 1 内に供給された金属スラリー U は、鑄型冷却機構 5 1 によって冷却されるので、ダミーバーを使用して連続鑄造棒 B に鑄造される。

このようにして製造された連続鑄造棒 B は、送りローラー機構 7 1 で送られ、切断機構 8 1 によって所定の長さのビレット L に切断される。

15 このビレット L を、鍛造、押出などに使用したり、必要に応じて半溶融状態で加熱して半溶融加工する。

傾斜冷却体加振機構のない連続鑄造棒製造装置で製造したビレットを再加熱して凝固させた光学顕微鏡による凝固組織を第 2 図に示すとともに、この発明の第 1 実施例の連続鑄造棒製造装置 I で製造したビレット L を再加熱して凝固させた光学顕微鏡による凝固組織を第 3 図に示す。

20 傾斜冷却体加振機構のない連続鑄造棒製造装置で製造したビレットの凝固組織は、第 2 図から分かるように、球状化結晶が成長して数百 μm 以上の大きさになる。

25 しかし、この発明の第 1 実施例の連続鑄造棒製造装置 I で製造したビレット L の凝固組織は、第 3 図から分かるように、10 μm ~200 μm の微細な球状結晶となる。

上述したように、この発明の第 1 実施例の金属スラリー製造装置 S によれば、傾斜冷却体 3 1 上で溶融金属 M が固化するのを防ぐために傾斜冷却体加振機構 3 6 を設け、傾斜冷却体 3 1 の表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させて流下させるので、機械攪拌や電磁攪拌装置に比べて装置を大型化させることな

く、また、エネルギーコストを増加させることなく、微細な球状結晶、例えば、 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の球状結晶を有する金属スラリーUを効率よく連続して製造することができるとともに、従来の傾斜冷却体に振動を与えない場合よりも微細な球状結晶を有する金属スラリーUを得ることができる。

- 5 そして、熔融金属Mをマグネシウム合金としたので、微細な球状結晶を有するビレットLを製造でき、このビレットLを用いて鍛造、または、半熔融鑄造すると、仕上げ時間を短縮でき、仕上げ工程数を少なくすることができ、また、金属スラリーUを球状結晶のまま鑄造する場合、鑄物の仕上げ時間を短縮でき、仕上げ工程数を少なくすることができる。

- 10 第4図はこの発明の第2実施例である鑄塊製造装置の概略構成を示す側断面図に相当する説明図、第5図はこの発明の第2実施例である鑄塊製造装置における鑄型搬送機構の概略構成を示す平面図に相当する説明図である。

なお、第4図は、第5図のA-A線による断面に相当する。

- 15 第4図または第5図において、鑄塊製造装置Pは、金属を熔融させて熔融マグネシウム合金（熔融金属M）にする熔融炉111と、この熔融炉111を所望の熔融温度に調整する熔融炉温度調整機構117と、熔融炉111から排出させる熔融金属Mの排出量を制御する熔融金属排出制御機構121と、熔融炉111から熔融金属Mが供給される鑄型131と、この鑄型131を搬送する鑄型搬送機構141と、この鑄型搬送機構141で搬送される鑄型131を冷却する鑄型冷却機構151と、この鑄型冷却機構151の冷媒153を冷却する鑄型冷却用冷媒冷却機構161と、熔融炉111から熔融金属Mが供給される熔融金属供給位置（加振位置）Paへ鑄型搬送機構141で搬送された鑄型131に振動を与える鑄型加振機構171とで構成されている。

- 25 上記した熔融炉111は、上方が開放した熔融炉本体112と、この熔融炉本体112の底に貫通させて液密に取り付けられ、上端が熔融炉本体112内の所定位置に位置する排出管113と、熔融炉本体112に埋め込まれたヒーター114と、熔融炉本体112の上方を閉塞する蓋体115とで構成されている。

そして、熔融炉本体112の底には、沈殿する不純物、例えば、ドロスを取り出すためのドロス抜き116が設けられている。

上記した溶融炉温度調整機構 117 は、溶融炉 111 内の温度を計測する温度計測器としての熱電対 118 と、この熱電対 118 で検出した温度が設定した溶融温度になるようにヒーター 114 へ電力を供給したり、ヒーター 114 への電力の供給を停止する通電制御部 119 とで構成されている。

- 5 なお、上記した溶融炉 111 内の温度は、この溶融炉温度調整機構 117 により、マグネシウム合金の溶融金属 M を生成するため、マグネシウム合金の液相線温度以上に設定されている。

上記した溶融金属排出制御機構 121 は、溶融炉 111 の蓋体 115 に設けられた挿通孔 115a に挿通された耐熱性制御棒 122 と、この耐熱性制御棒 122 を溶融炉 111 内へ挿入して溶融金属 M を排出管 113 から排出させる制御棒駆動部 123 とで構成されている。

上記した鋳型 131 は、例えば、一端（上方）が開放した円筒状の鋳型本体 132 と、この鋳型本体 132 の一端（上方）の外周に設けられたフランジ部 133 とで構成されている。

- 15 上記した鋳型搬送機構 141 は、鋳型本体 132 を貫通させた状態で、フランジ部 133 が上端に着脱可能に固定される鋳型保持部 142 と、複数、この実施例では 8 つの鋳型保持部 142 を一定間隔で楕円状に搬送するコンベア 143 と、このコンベア 143 を楕円状に送る駆動歯車 144 および従動歯車 145 と、コンベア 143 を、例えば、第 5 図において時計方向へ一定距離送る分だけ駆動歯車 144 を駆動して所定時間停止するのを繰り返す、図示を省略した搬送駆動部（146）とで構成されている。

25 なお、第 5 図において、P_s はコンベア 143 で送られる鋳型保持部 142 に鋳型 131 を取り付ける鋳型取付位置、P_a はコンベア 143 で送られる鋳型 131 へ溶融炉 111 から溶融金属 M を供給する溶融金属供給位置、または、コンベア 143 で送られる鋳型 131 へ鋳型加振機構 171 で振動を与える加振位置、P_o はコンベア 143 で送られる鋳型保持部 142 から鋳型 131 を取り外す鋳型取外位置を示す。

上記した鋳型冷却機構 151 は、鋳型搬送機構 141 で搬送される鋳型 131 が通過する冷却槽 152 と、この冷却槽 152 に收容された冷媒 153 とで構成

されている。

5 なお、冷却槽 152 は、第 5 図に示すように、楕円状に形成されているが、鑄型取付位置 P_s よりも上流の位置に設けた区画壁 152a と、鑄型取外位置 P_o よりも下流の位置に設けた区画壁 152b との間に冷媒 153 とが收容されている。

上記した鑄型冷却用冷媒冷却機構 161 は、冷却槽 152 に両端が接続された配管 162 と、この配管 162 の途中に設けられた冷媒冷却部 163 と、配管 162 の途中に設けられ、冷却槽 152 内の冷媒 153 を循環させるポンプ 164 とで構成されている。

10 なお、上記した冷媒 153 は、この鑄型冷却用冷媒冷却機構 161 により、熔融金属 M を凝固させる一定温度、例えば、マグネシウム合金の固相線温度以下の温度に設定されている。

15 ここで、冷媒 153 の温度をマグネシウム合金の固相線温度以下の温度に設定したのは、鑄型本体 132 の内側表面に生成した結晶を鑄型本体 132 の振動で鑄型本体 132 の内側表面から遊離させて半凝固状態から凝固状態にするという理由に基づいている。

20 上記した鑄型加振機構 171 は、一端（左端）に、例えば、鑄型 131 のフランジ部 133 が收容される切欠 172a が設けられた伝達部材 172 と、この伝達部材 172 の右側上面に取り付けられた、例えば、偏心軸とモーターなどで構成された加振部 173 と、切欠 172a 内にフランジ部 133 が收容されずに鑄型 131 を鑄型搬送機構 141 で搬送できる後退位置（第 4 図および第 5 図の実線の位置）、切欠 172a 内にフランジ部 133 が收容される前進位置（第 4 図および第 5 図の二点鎖線の位置）の間を、伝達部材 172 を移動させる、図示を省略した伝達部材用移動駆動部（174）とで構成されている。

25 次に、鑄塊 N の製造について説明する。

まず、第 4 図に示す状態の熔融炉本体 112 内へ所定の金属を投入して蓋体 115 で熔融炉本体 112 を閉塞し、ヒーター 114 で熔融炉本体 112 を加熱して金属を熔融させることにより、マグネシウム合金の熔融金属 M を生成する。

そして、鑄型搬送機構 141 を動作させることにより、コンベア 143 を移動

させるとともに、鑄型取付位置 P s へ順次搬送されてくる鑄型保持部 1 4 2 に鑄型 1 3 1 を保持させて取り付け、鑄型本体 1 3 2 の一部分を冷却槽 1 5 2 の冷媒 1 5 3 内に埋没させる。

5 このようにして鑄型保持部 1 4 2 に取り付けられてコンベア 1 4 3 で溶融金属供給位置（加振位置）P a へ鑄型 1 3 1 が搬送されてきて停止すると、図示を省略した伝達部材用移動駆動部（1 7 4）で伝達部材 1 7 2 を前進させて切欠 1 7 2 a 内に鑄型 1 3 1 のフランジ部 1 3 3 を収容するとともに、加振部 1 7 3 を動作させ、鑄型 1 3 1 に振動を与える。

10 そして、制御棒駆動部 1 2 3 で耐熱性制御棒 1 2 2 を駆動して下降させることにより、排出管 1 1 3 から鑄型 1 3 1 内へ所定量の溶融金属 M を排出させる。

このようにして溶融金属 M を排出させる場合、ドロスの混入しない清浄なマグネシウム合金を排出させるため、耐熱性制御棒 1 2 2 を下降させて排出できる溶融金属 M の量は、排出管 1 1 3 の上端よりも下側の溶融炉本体 1 1 2 の体積の 7 0 % ~ 8 0 % であることが望ましい。

15 そして、溶融炉本体 1 1 2 の底に沈殿したドロスは、ドロス抜き 1 1 6 を適宜操作して排出させればよい。

上記のようにして鑄型本体 1 3 2 内へ排出された所定量の溶融金属 M は、鑄型本体 1 3 2 の内側表面に接触して冷却されることにより、結晶化して球状になり、鑄型本体 1 3 2 の内側表面に付着する。

20 しかし、鑄型 1 3 1 は鑄型加振機構 1 7 1 によって振動が加えられているので、球状結晶は成長しながら鑄型本体 1 3 2 の内側表面から強制的に遊離させられ、鑄型本体 1 3 2 の底へと順次沈殿して鑄塊 N となる。

25 上記のようにして溶融金属供給位置（加振位置）P a に位置する鑄型 1 3 1 に所定時間、例えば、1 分 ~ 5 分位振動を加えたならば、加振部 1 7 3 を停止させ、図示を省略した伝達部材用移動駆動部（1 7 4）で伝達部材 1 7 2 を後退させる。

そして、鑄型搬送機構 1 4 1 で溶融金属 M が供給された鑄型 1 3 1 を鑄型取外位置 P o 側へ所定距離搬送するとともに、溶融金属供給位置（加振位置）P a へ次の鑄型 1 3 1 を搬送し、溶融金属供給位置（加振位置）P a へ搬送された鑄型 1 3 1 に、上述したように、振動を加えながら溶融炉 1 1 1 から溶融金属 M を供

給するのを繰り返して行う。

一方、鑄型取外位置P_oへ搬送された鑄型131は、内部の半凝固状態の金属スラリーUが固まって鑄塊Nになっているので、鑄型保持部142から取り外し、逆さにして鑄塊Nを排出させた後、内周面を清掃して次の使用に備える。

- 5 鑄型加振機構などのない鑄塊製造装置で製造した鑄塊を再加熱して凝固させた光学顕微鏡による凝固組織を第6図に示すとともに、この発明の第2実施例の鑄塊製造装置Pで製造した鑄塊Nを再加熱して凝固させた光学顕微鏡による凝固組織を第7図に示す。

10 鑄型加振機構などのない鑄塊製造装置で製造した鑄塊の凝固組織は、第6図から分かるように、結晶が成長して数百 μm 以上の大きさになる。

しかし、この発明の第2実施例の鑄塊製造装置Pで製造した鑄塊Nの凝固組織は、第7図から分かるように、 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の微細な球状結晶となる。

15 上述したように、この発明の第2実施例の鑄塊製造装置Pによれば、熔融金属Mが鑄型131に付着したまま固化するのを防ぐために鑄型加振機構171を設け、鑄型131の内側表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させるので、機械攪拌や電磁攪拌装置に比べて装置を大型化させることなく、また、エネルギーコストを増加させることなく、各種金属の鑄造組織を従来の鑄型に振動を与えない場合よりも全体的に微細な球状、例えば、 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ にすることができる。

- 20 そして、熔融金属Mをマグネシウム合金としたので、鑄塊Nの仕上げ時間を短縮でき、仕上げ工程数を少なくすることができる。

第8図はこの発明の第3実施例である鑄塊製造装置の概略構成を示す部分側断面図に相当する説明図であり、第4図および第5図と同一または相当部分に同一符号を付して説明を省略する。

- 25 第8図において、鑄塊製造装置Pは、金属を熔融させてマグネシウム合金の熔融金属Mにする熔融炉(111)と、この熔融炉(111)を所望の熔融温度に調整する熔融炉温度調整機構(117)と、熔融炉(111)から排出させる熔融金属Mの排出量を制御する熔融金属排出制御機構(121)と、熔融炉(111)から熔融金属Mが供給される鑄型131と、この鑄型131を搬送する鑄型

搬送機構 1 4 1 と、この鋳型搬送機構 1 4 1 で搬送される鋳型 1 3 1 を冷却する鋳型冷却機構 (1 5 1) と、この鋳型冷却機構 (1 5 1) の冷媒 (1 5 3) を冷却する鋳型冷却用冷媒冷却機構 (1 6 1) と、熔融金属供給位置 (加振位置)

- (P a) に位置する鋳型 1 3 1 内へ挿入され、熔融金属 M が注がれる、例えば、
5 半球状の冷却体 2 1 1 と、この冷却体 2 1 1 に振動を与える冷却体加振機構 2 2 1 と、冷却体 2 1 1 を冷却する冷却体冷却機構 2 3 1 とで構成されている。

上記した熔融炉 (1 1 1) ~ 鋳型冷却用冷媒冷却機構 (1 6 1) は、図示を省略されているが、第 2 実施例と同様に構成されている。

- 上記した冷却体加振機構 2 2 1 は、クランク状に折り曲げられ、一端 (右端)
10 が閉塞されるとともに、一端が固定されて他端 (左端) で冷却体 2 1 1 を支持する 2 本のパイプ 2 2 2 と、このパイプ 2 2 2 の少なくとも一方に、例えば、下側から振動を与える加振部 2 2 3 と、冷却体 2 1 1 が鋳型 1 3 1 内に位置する加振位置 (下降位置) (第 8 図に示す位置)、冷却体 2 1 1 が鋳型 1 3 1 外に位置する非加振位置 (上昇位置) の間を、一端 (右端) を支点にして移動させる、図示
15 を省略した冷却体用移動駆動部 (2 2 4) とで構成されている。

- 上記した冷却体冷却機構 2 3 1 は、一方のパイプ 2 2 2 に一端が接続されるとともに、他方のパイプ 2 2 2 に他端が接続され、冷却体 2 1 1 内に形成された流路に連通する可撓性を有した配管 2 3 2 と、この配管 2 3 2 の途中に設けられた冷媒貯留部 2 3 3 と、配管 2 3 2 の途中に設けられ、冷媒を冷却する冷媒冷却部
20 2 3 4 と、配管 2 3 2 の途中に設けられ、冷媒を循環させるポンプ 2 3 5 とで構成されている。

次に、鋳塊 N の製造について説明するが、第 2 実施例と殆ど同じなので、第 2 実施例と異なる部分について説明する。

- 第 4 図および第 5 図に示す第 2 実施例において、熔融金属供給位置 (加振位置) (P a) へ鋳型 1 3 1 が搬送されて停止すると、図示を省略した冷却体用移動駆動部 (2 2 4) を動作させて鋳型 1 3 1 内へ冷却体 2 1 1 を挿入して加振位置 (下降位置) に位置させるとともに、加振部 2 2 3 を作動させる。
25

そして、制御棒駆動部 (1 2 3) で耐熱性制御棒 (1 2 2) を駆動して下降させることにより、排出管 (1 1 3) から鋳型 1 3 1 内へ所定量の熔融金属 M を排

出させる。

このようにして鑄型本体（１３２）内へ排出された所定量の溶融金属Mは、冷却体２１１に注がれ、冷却体冷却機構２３１で冷却されている冷却体２１１の表面に接触して冷却されることにより、結晶化して球状になり、冷却体２１１の表面に付着する。

しかし、冷却体２１１は冷却体加振機構２２１によって振動が加えられているので、球状結晶は成長しながら冷却体２１１の表面から強制的に遊離させられ、鑄型本体１３２内へ落下する。

そして、鑄型本体１３２内へ落下した溶融金属Mは、鑄型本体１３２の内側表面に接触して冷却されることにより、球状結晶に成長して鑄型本体１３２の内側表面に付着する。

上記のようにして溶融金属供給位置（加振位置）（Pa）に位置する鑄型１３１に所定時間、例えば、１分～５分位振動を加えたならば、加振部２２３を停止させ、図示を省略した冷却体用移動駆動部（２２４）を動作させて冷却体２１１を非加振位置（上昇位置）に位置させる。

以後は、第２実施例と同様である。

上述したように、この発明の第３実施例の鑄塊製造装置Pによれば、冷却体２１１でも溶融金属Mを冷却するとともに、冷却体２１１上で溶融金属Mが固化するのを防ぐために冷却体加振機構２２１を設け、冷却体２１１の表面に生成する結晶を初期段階で強制的に遊離させて流下させるので、機械攪拌や電磁攪拌装置に比べて装置を大型化させることなく、また、エネルギーコストを増加させることなく、微細な球状結晶を有する固相の鑄塊Nを効率よく生成することができる。

そして、冷却体２１１を冷却する冷却体冷却機構２３１を設けたので、冷却体２１１を一定温度に保持することができ、微細な球状結晶の固相の鑄塊Nを効率よく生成することができる。

第９図は連続鑄造棒製造装置または鑄塊製造装置で使用する溶融炉の他の例の概略構成を示す側断面図に相当する説明図である。

第９図において、溶融炉１１、１１１は、上方が開放した溶融炉本体１２、１１２と、この溶融炉本体１２、１１２の中に、取り出し可能に收容された内側容

器としてのるつぼ12A、112Aと、このるつぼ12A、112Aの底に貫通させて液密に取り付けられるとともに、溶融炉本体12、112の底を取り外し可能に貫通し、上端がるつぼ12A、112A内の所定位置に位置する排出管13、113と、溶融炉本体12、112に埋め込まれたヒーター14、114と、
5 溶融炉本体12、112の上方を閉塞する蓋体15、115とで構成されている。

そして、溶融炉温度調整機構17、117は、溶融炉11、111内の温度を計測する温度計測器としての熱電対18、118と、この熱電対18、118で検出した温度が設定した溶融温度になるようにヒーター14、114へ電力を供給したり、ヒーター14、114への電力の供給を停止する通電制御部19、1
10 19とで構成されている。

なお、溶融炉11、111内の温度は、溶融炉温度調整機構17、117により、マグネシウム合金の溶融金属Mを生成するため、マグネシウム合金の液相線温度以上に設定されている。

そして、溶融金属排出制御機構21、121は、溶融炉11、111の蓋体1
15 5、115に設けられた挿通孔15a、115aに挿通された耐熱性制御棒22、122と、この耐熱性制御棒22、122を溶融炉11、111内へ挿入して溶融金属Mを排出管13、113から排出させる制御棒駆動部23、123とで構成されている。

次に、この溶融炉11、111について説明する。

20 この溶融炉11、111にはドロス抜きが設けられていないので、所定量の溶融金属Mを排出し終え、僅かな溶融金属Mとドロスとが残った状態になったならば、蓋体15、115を開放させて溶融炉本体12、112内からるつぼ12A、112Aを取り出し、新たなるつぼ12A、112Aを、第9図に示すように、溶融炉本体12、112内に收容させる。

25 そして、るつぼ12A、112A内へ所定の金属を投入して蓋体15、115で溶融炉本体12、112を閉塞し、ヒーター114で溶融炉本体112を加熱して金属を溶融させることにより、マグネシウム合金の溶融金属Mを生成する。

以後は、先の説明と同様に、溶融金属排出制御機構21、121を動作させて溶融金属Mを所定量ずつ順次排出させる。

この溶融炉 1 1, 1 1 1 は、ドロス抜きに代えてるつぼ 1 2 A, 1 1 2 A を設けたので、るつぼ 1 2 A, 1 1 2 A を交換することにより、ドロス抜きからドロスを抜いて新たに溶融金属 M を生成するよりも早く新たに溶融金属 M を生成することができる。

5 したがって、金属スラリー U または鋳塊 N を効率よく製造することができる。

なお、溶融炉本体 1 2, 1 1 2 内から取り出したるつぼ 1 2 A, 1 1 2 A は、例えば、水を收容させておくと、経時変化によってドロスなどが固まり、取り出すことができる。

10 したがって、固まったドロスなどを取り除いたるつぼ 1 2 A, 1 1 2 A は、内周面を清掃して次の使用に備えることができる。

上記した各実施例において、扱うマグネシウム合金の溶融金属 M は酸化し易いので、不燃性雰囲気、例えば、アルゴンガスや六弗化イオウ (SF_6) ガスと二酸化炭素混合ガス雰囲気中で行うのが望ましい。

15 また、溶融金属 M をマグネシウム合金とした例で説明したが、アルミニウム合金や、他の金属にも適用できることは言うまでもない。

次に、第 1 実施例では、連続鑄造棒 B、ピレット L を製造する例で説明したが、金属スラリー U を利用して板を製造することもできる。

20 そして、第 1 実施例において、傾斜冷却体 3 1 および傾斜冷却体加振機構 3 6 に代えて第 3 実施例における冷却体 2 1 1 および冷却体加振機構 2 2 1 (さらに冷却体冷却機構 2 3 1) を設けることにより、または、第 3 実施例における冷却体 2 1 1、冷却体加振機構 2 2 1 (さらに冷却体冷却機構 2 3 1) を設け、傾斜冷却体 3 1 からの溶融金属 M を冷却体 2 1 1 へ注ぐことにより、第 1 実施例または第 3 実施例と同様な効果を得ることができる。

25 この場合、第 3 実施例のように、冷却体加振機構 2 2 1 を移動させる必要はない。

次に、第 2 実施例および第 3 実施例では、円柱状の鋳塊 N を製造する例を説明したが、鑄物製造用として鑄造することにより、直接鑄物 (鋳塊) を製造することができる。

そして、第 2 実施例において、第 3 実施例における冷却体 2 1 1、冷却体加振

機構 2 2 1 (さらに冷却体冷却機構 2 3 1) を設け、冷却体 2 1 1 からの熔融金属 M を鑄型 1 3 1 内へ注ぐことにより、第 3 実施例と同様な効果を得ることができる。

次に、第 3 実施例において冷却体冷却機構 2 3 1 を設けなくても同様な効果を得ることができる。

産業上の利用可能性

この発明に依る金属スラリー製造は、熔融金属を傾斜冷却体へ注ぎ、熔融金属を冷却する際に、上記傾斜冷却体に振動を与えることにより、生成する結晶を強制的に遊離、流下させるので、微細な球状結晶を有する金属スラリーを効率良く連続して製造することができる。

従って、凝固潜熱が小さく固まり易い Mg 合金についても容易に金属スラリーを製造することができる。その際に振動を与えることにより球状結晶が冷却体から遊離するまでの時間が短縮され、より微細な結晶粒とすることができる。

また、この発明に依る鑄塊製造は、鑄型に冷却加振機構を設けるようにしたので、得られた金属の鑄造組織を機械的性質の優れた微細な球状とすることができる。

請 求 の 範 囲

1. 溶融金属 (M) を傾斜冷却体 (3 1) へ注ぎ、この傾斜冷却体で前記溶融金属を冷却することにより、金属スラリー (U) を製造する金属スラリー製造方法において、

前記傾斜冷却体に振動を与える、

ことを特徴とする金属スラリー製造方法。

2. 溶融金属 (M) を振動する冷却体 (3 1) へ注ぎ、この冷却体で前記溶融金属を冷却することにより、金属スラリー (U) を製造する、ことを特徴とする金属スラリー製造方法。

3. 前記溶融金属がマグネシウム合金である、ことを特徴とする請求の範囲第 1 項又は第 2 項記載の金属スラリー製造方法。

4. 溶融金属 (M) を傾斜冷却体 (3 1) へ注ぎ、この傾斜冷却体で前記溶融金属を冷却することにより、金属スラリー (U) を製造する金属スラリー製造装置において、

前記傾斜冷却体に振動を与える傾斜冷却体加振機構 (3 6) を設けた、

ことを特徴とする金属スラリー製造装置。

5. 溶融金属 (M) が注がれる冷却体 (3 1) と、

この冷却体に振動を与える冷却体加振機構 (3 6) とを備える、

ことを特徴とする金属スラリー製造装置。

6. 前記溶融金属がマグネシウム合金である、

ことを特徴とする請求の範囲第 4 項又は第 5 項記載の金属スラリー製造装置。

7. 鋳型 (4 1) へ供給した溶融金属 (M) を、前記鋳型を冷却することによって冷却し、鋳塊 (B、N) を製造する鋳塊製造方法において、

前記鋳型に振動を与える、

ことを特徴とする鋳塊製造方法。

8. 鋳型 (4 1) へ供給した溶融金属 (M) を、前記鋳型を冷却することによって冷却し、鋳塊 (N) を製造する鋳塊製造方法において、

溶融金属を振動する冷却体 (3 1) へ注ぎ、この冷却体で前記溶融金属を冷却

した後に前記鋳型へ供給する、
ことを特徴とする鋳塊製造方法。

9. 前記溶融金属がマグネシウム合金である、ことを特徴とする請求の範囲第7項又は第8項記載の鋳塊製造方法。

- 5 10. 鋳型（131）へ供給した溶融金属（U）を、前記鋳型を冷却することによって冷却し、鋳塊（B、N）を製造する鋳塊製造装置において、
前記鋳型（131）に振動を与える鋳型加振機構（171）を設けた、
ことを特徴とする鋳塊製造装置。

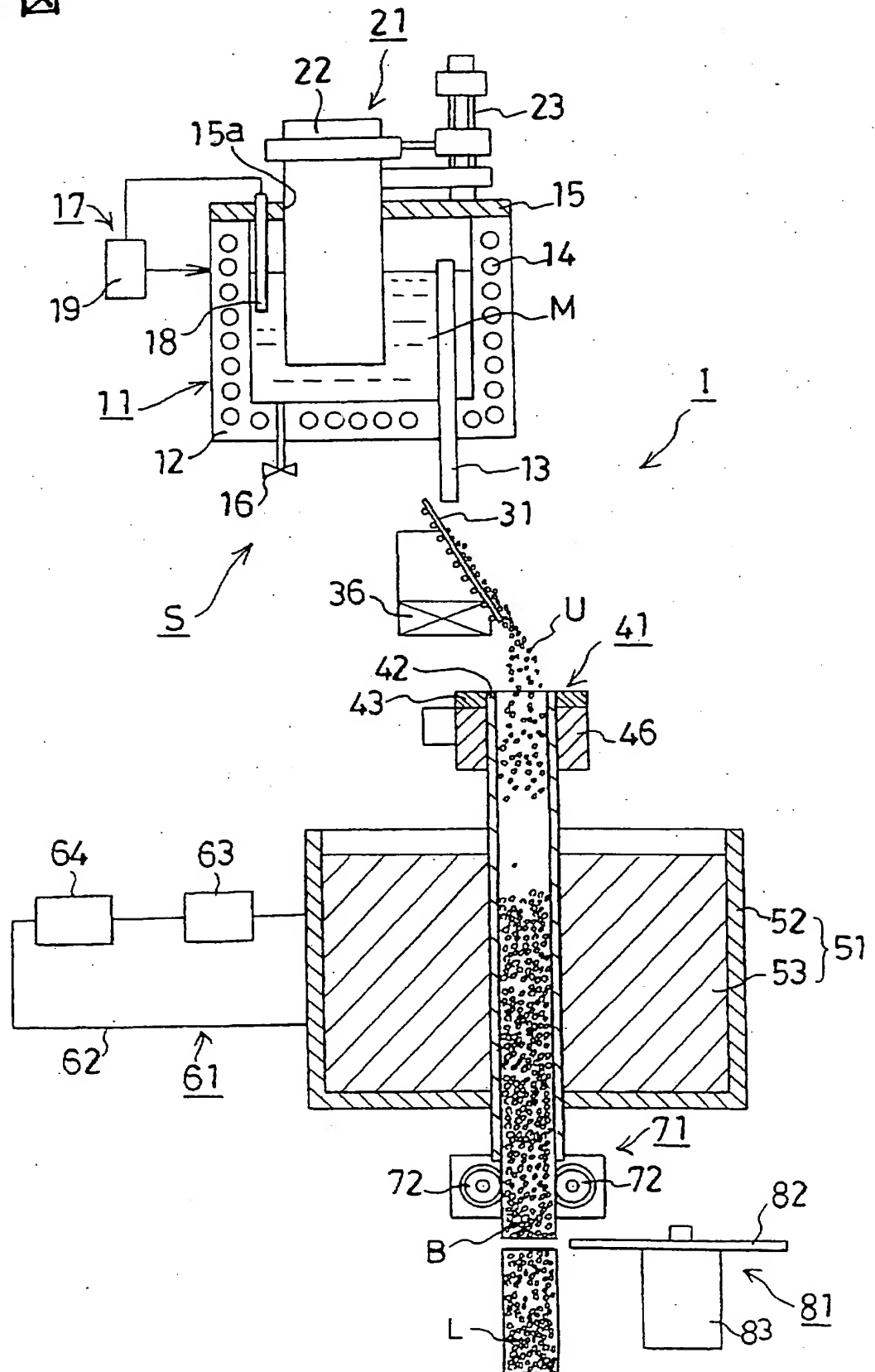
- 10 11. 鋳型（131）へ供給した溶融金属（U）を、前記鋳型を冷却することによって冷却し、鋳塊（B、N）を製造する鋳塊製造装置において、
注がれる溶融金属を冷却して前記鋳型へ供給する冷却体（211）と、
この冷却体に振動を与える冷却体加振機構（221）とを設けた、
ことを特徴とする鋳塊製造装置。

- 15 12. 前記溶融金属がマグネシウム合金である、
ことを特徴とする請求の範囲第10項又は第11項記載の鋳塊製造装置。

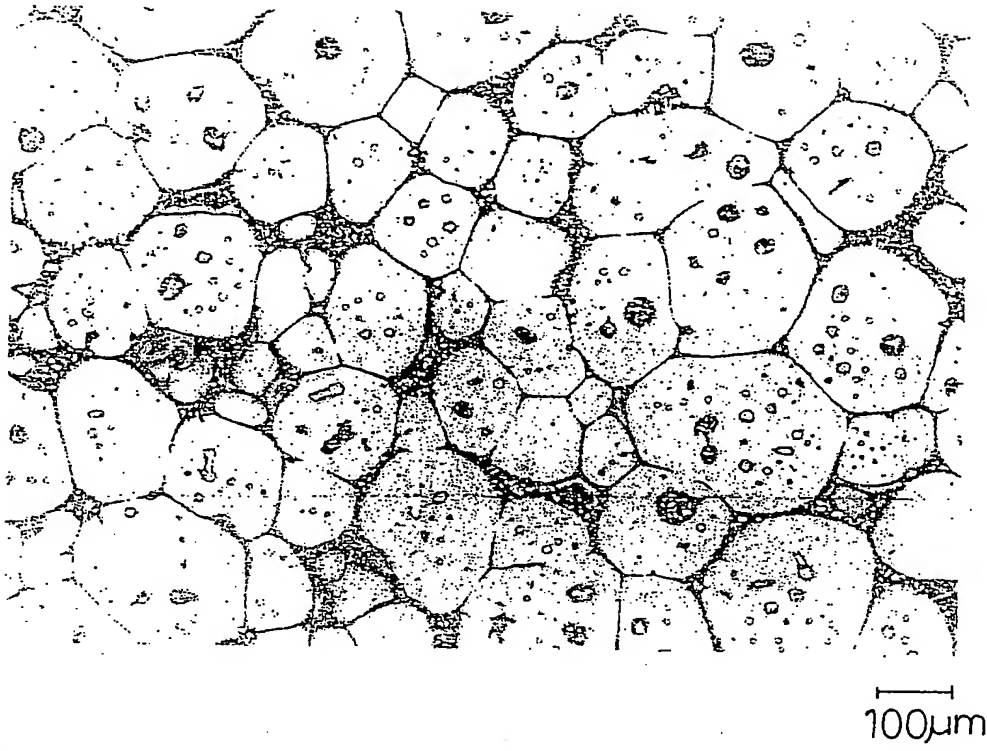
要 約 書

この発明は、金属を溶融させて溶融金属（M）にする溶融炉（１１）と、この溶融炉（１１）から排出された溶融金属（M）が上部に注がれる傾斜冷却体（３１）と、この傾斜冷却体（３１）に振動を与える傾斜冷却体加振機構（３６）とを備え、微細な球状結晶を有する金属スラリーを効率よく連続して製造することができる。

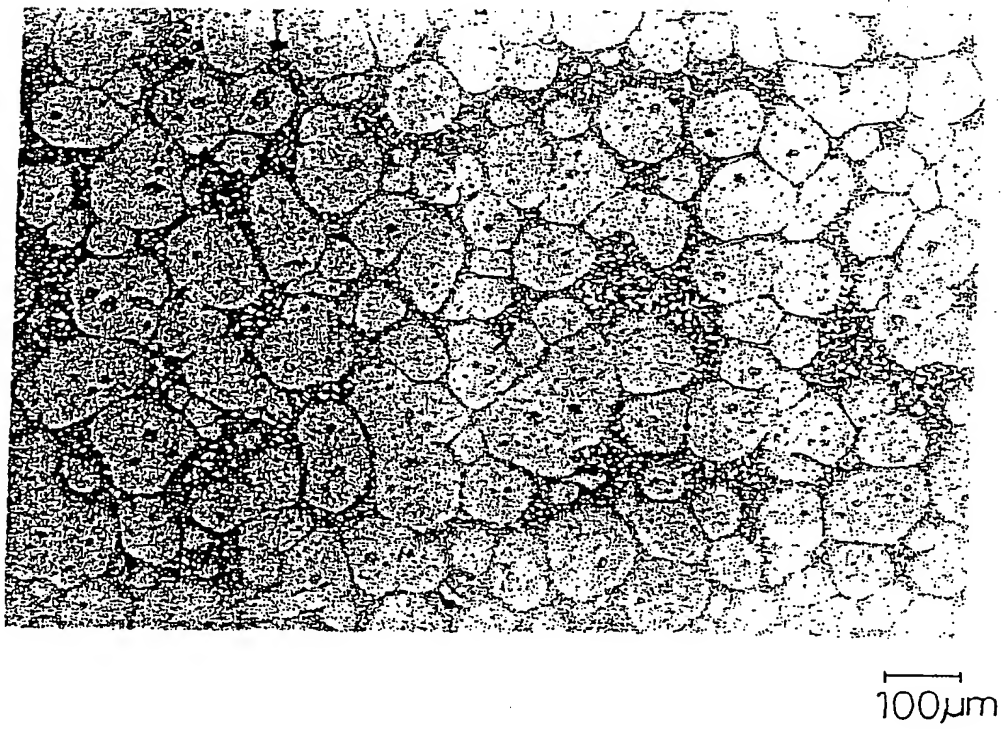
第1図



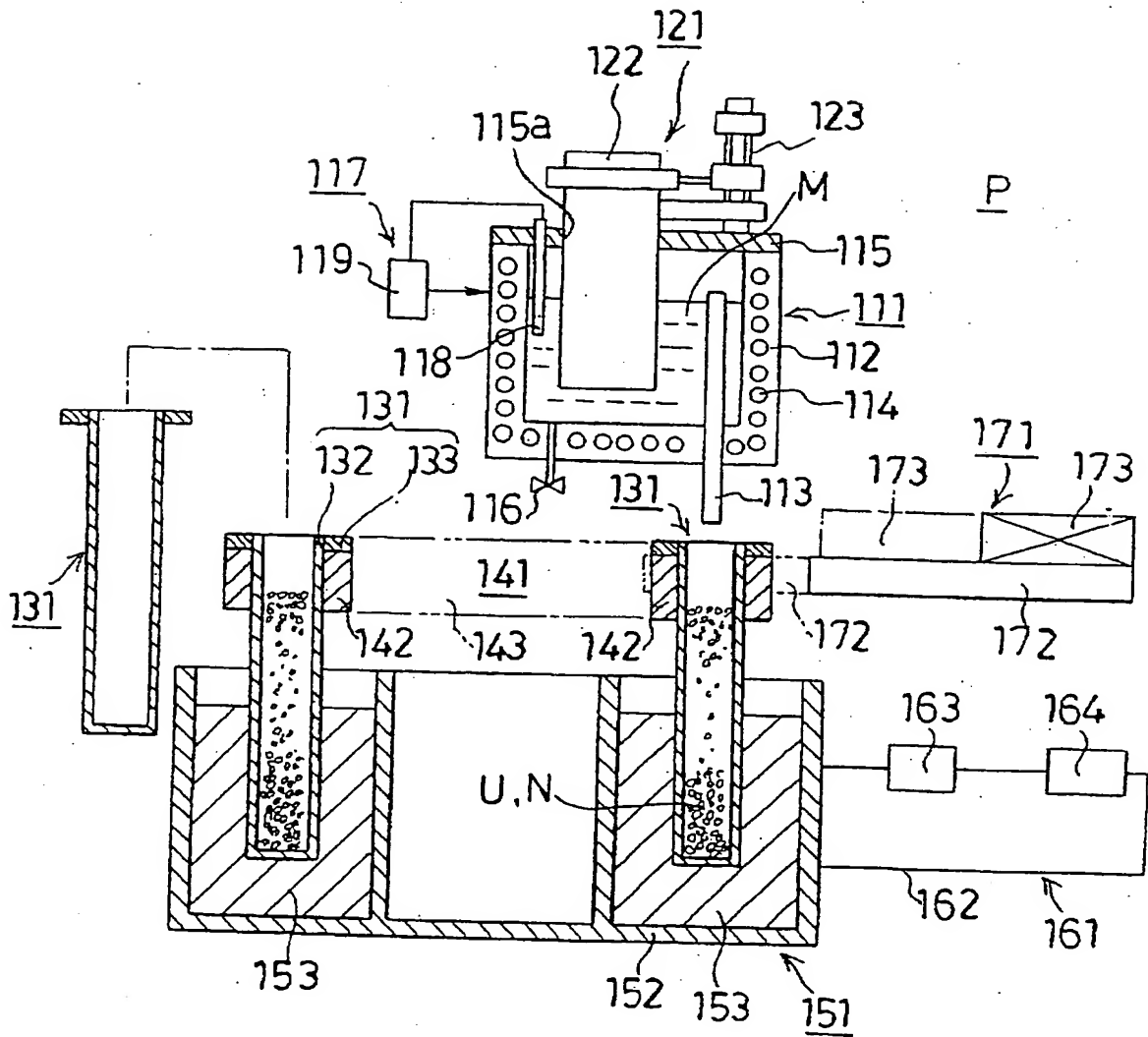
第2図



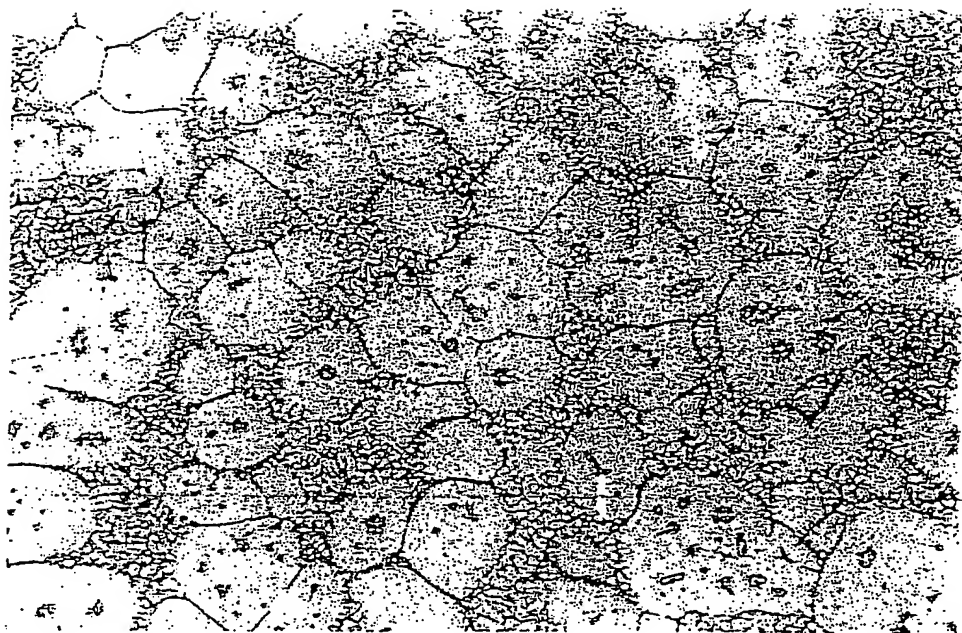
第3図



第4図

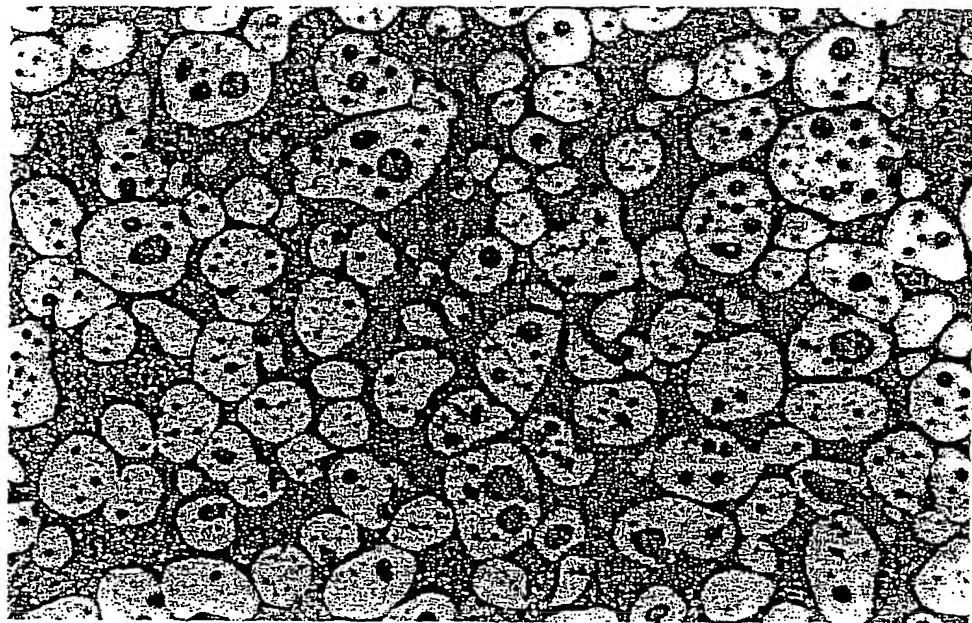


第6図



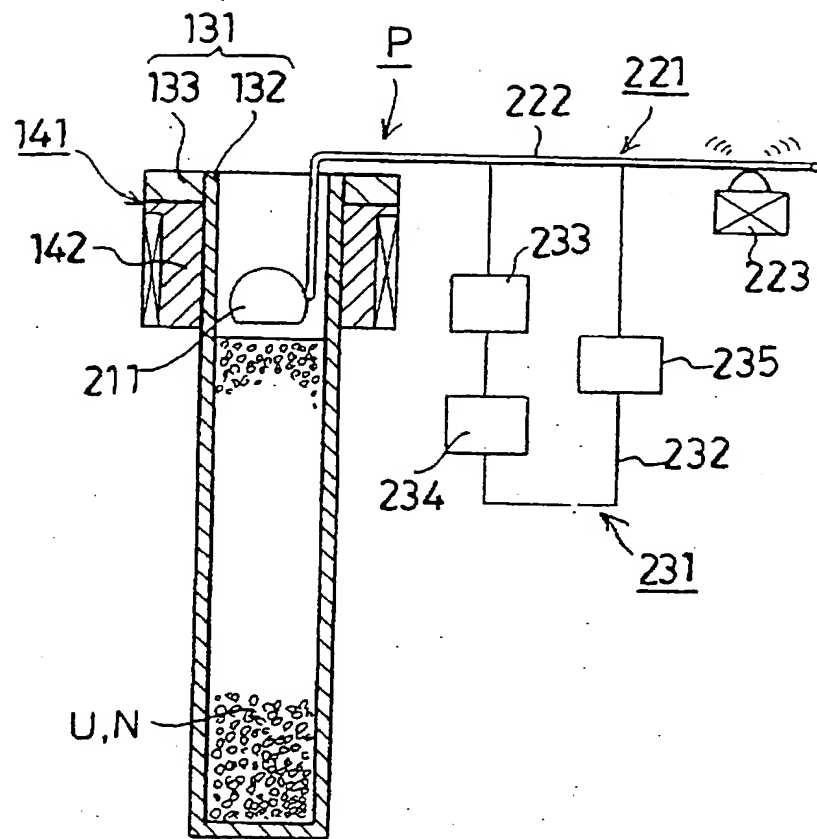
100μm

第7図



100μm

第 8 区



第 9 章

